

СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика, научна специалност „Електротехнологии“

Автор на дисертационния труд: **маг. инж. Момчил Димитров Шопов**

Тема на дисертационния труд: **„ТЕХНОЛОГИЧНИ ПРОЦЕСИ И АПАРАТИ ЗА ЕЛЕКТРООВЛАКНЯВАНЕ“**

Научни ръководители: проф. д-р инж. Диляна Господинова

доц. д-р инж. Костадин Миланов

Изготвил становището: доц. д-р инж. Евгения Василева-Илиева,

Катедра „Електротехника, автоматика и информационни технологии“,

Инженерно-педагогически факултет – Сливен, Технически университет –

София

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Степен и нива на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията

Актуалността на дисертационния труд се определя от нарастващия научен и индустриален интерес към микро- и нановлакнестите материали и необходимостта от разработване на технологични процеси с висока степен на възпроизводимост, управляемост и адаптивност спрямо конкретни функционални изисквания. В този контекст процесът на електроовлакняване се утвърждава като перспективна технология за получаване на ултрафини влакнести структури с приложение във филтрационни системи, биомедицински материали, електротехника, енергийни системи и функционални покрития.

Научната и научно-приложната значимост на разглеждания проблем се определя от сложния многофакторен характер на процеса електроовлакняване, при който формирането и морфологията на влакната зависят от взаимодействието между електростатичните сили, реологичните свойства на разтвора, повърхностното напрежение, геометрията на системата и условията на околната среда. Особено важно значение има стабилността на процеса, свързана с формирането на конуса на Тейлър и развитието на струята, които определят качеството и възпроизводимостта на получените структури.

От инженерна гледна точка процесът се характеризира с висока чувствителност към технологичните параметри, което налага използването на систематични подходи за анализ, моделиране и оптимизация с цел осигуряване на устойчиви работни режими и контролируеми свойства на влакната.

Актуалността на дисертационния труд се засилва и от възможностите за комбиниране на електроовлакняването с допълнителни технологични процеси, включително обработка със студена технологична плазма и използване на порести и текстилни колектори. Поставените задачи са актуални, логически последователни и съответстват на съвременните тенденции в развитието и приложението на процесите за електроовлакняване.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

Дисертационният труд показва много добра степен на познаване на съвременното състояние на разглеждания научен проблем. Докторантът е извършил систематизиран анализ на литературните източници, свързани с физичните основи на процеса електроовлакняване, влиянието на технологичните параметри и съществуващите подходи за моделиране и оптимизация. Литературният обзор не се ограничава само до представяне на известни резултати, а включва анализ и обобщение на съществуващите изследвания, което показва умение за творческа интерпретация на литературния материал и добро познаване на

разглежданата научна област. Това ми дава основание да считам, че докторантът притежава необходимата теоретична подготовка и добро познаване на съвременните тенденции и проблеми в областта на електроовлажняването.

3. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси

Избраната методика на изследване съответства на поставените цели и задачи на дисертационния труд и е подходяща за решаване на разглежданата проблематика. Използваният комплексен подход, включващ експериментални изследвания, планиране на експерименти (DoE), статистическа обработка на резултатите, математическо моделиране и анализ на процеса, позволява надеждно изследване на влиянието на основните технологични параметри върху процеса електроовлажняване. Прилагането на тази методика създава необходимите предпоставки за постигане на поставената цел и е довело до формулирането на научно-приложните и приложните приноси в дисертационния труд.

4. Научни и/или научно приложни приноси на дисертационния труд:

Дисертационният труд е с изразен инженерно-приложен характер, поради което основните приноси са научно-приложни и приложни, насочени към анализ, оптимизация и практическо реализиране на технологични процеси и апарати за електроовлажняване.

I. Научно-приложни приноси

Научно-приложните приноси на дисертационния труд са свързани с разширяване и систематизиране на знанията за технологичния процес на електроовлажняване и с прилагането им за решаване на конкретни инженерни задачи.

1. Разработена и апробирана е методология за изследване и анализ на процеса електроовлажняване, базирана на планиране на експерименти, статистически анализ и моделиране, позволяваща оценка на влиянието на технологичните параметри върху морфологията на получените влакна.

2. Предложен и изследван е подход за комбиниране на процеса на електроовлажняване със студена технологична плазма при атмосферно налягане, като допълнителен технологичен етап за повърхностна активация на порестия влакнест колектор и подобряване на условията за отлагане на влакнестата структура.

3. Установено е влиянието на геометрията и конфигурацията на порестите влакнести колектори върху разпределението на електрическото поле и морфологията на получените влакна, което позволява директно формиране на функционални влакнести слоеве в една технологична операция.

4. Разработени са статистически регресионни модели за прогнозиране на процеса на отлагане при електроовлажняване, описващи зависимостта между входните технологични фактори, като приложено напрежение U_{es} и разстояние игла-колектор H и изходните параметри на получената влакнеста структура – m_{mat} и площ S_{mat} . Получените зависимости осигуряват аналитична основа при избора на работни режими на електроовлажняване, както и за последваща оптимизация на технологичния процес.

II. Приложни приноси

Приложните приноси на дисертационния труд са насочени към създаване на практически използваеми технологични решения и инструменти за инженерната практика.

1. Разработен е софтуерен инструмент за анализ и оптимизация на процеса на електроовлажняване, подпомагащ избора на работни режими чрез използване на експериментални данни и модели.

2. Разработен е подход за структуриране и обработка на експериментални данни, подходяща за многофакторен анализ, моделиране и интеграция с оптимизационни алгоритми.

3. Разработен е подход за получаване на нетъкана нановлакнеста структура чрез електроовлажняване на двукомпонентен полимерен разтвор PVA/алое вера, при който е установена възможност за управление на параметрите на структурата чрез регулиране на входните фактори: приложеното напрежение U_{es} и електрическата проводимост на разтвора.

4. Разработени са практически насоки за избор на работни режими при електроовлажняване на PVA (10%) върху плосък колектор, базирани на регресионни зависимости между масата m_{mat} и площта S_{mat} на произведената ултрафина влакнеста структура, като функции на приложеното напрежение U_{es} и разстоянието между електродите игла-колектор Н, валидни в рамките на изследваните области на изменение на параметрите.

5. Предложени са технологични решения за усъвършенстване на процеса на електроовлажняване, включващи използване на различни конфигурации на колектори (вкл. порести влакнести колектори), интегриране на студена технологична плазма при атмосферно налягане и концепция за контрол и автоматизация на процеса на електроовлажняване.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Представените публикации по дисертационния труд са пряко свързани с тематиката на изследването и отразяват основните резултати и постигнатите приноси в дисертацията. Представени са общо три публикации за периода 2024–2025 г., индексирани в SCOPUS, като една от тях е индексирана и в Web of Science. Една от публикациите е самостоятелна, а останалите са в съавторство. Публикационната активност може да бъде оценена положително, тъй като резултатите от дисертационния труд са получили научна публичност и са представени пред научната общност. След извършена справка в съответните научни бази данни е установено и наличие на 2 (две) цитирания, което може да се разглежда като индикатор за интерес към публикуваните резултати и тяхната научна значимост.

6. Мнения, препоръки и бележки

Нямам съществени критични бележки към дисертационния труд. Като препоръка може да се посочи в бъдещи изследвания да се разшири експерименталната база чрез включване на допълнителни полимерни системи и по-задълбочен анализ на възможностите за индустриално приложение и мащабиране на разработените решения.

7. Заключение

След запознаване с представения дисертационен труд, научно-приложната значимост на постигнатите резултати и съдържащите се в него научно-приложни и приложни приноси считам, че дисертационният труд отговаря на изискванията на Закона за развитието на академичния състав в Република България и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически университет – София. Давам положителна оценка на дисертационния труд и предлагам на уважаемото Научно жури да присъди на маг. инж. **Момчил Димитров Шопов** образователната и научна степен „доктор“ по професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“, научна специалност „Електротехнологии“.

Сливен,

Член на журито:

Дата: 14.05.2026 г.

/доц. д-р инж. Евгения Василева-Илиева/

OPINION

on a dissertation for the award of the educational and scientific degree "Doctor (PhD)"
in professional field 5.2 Electrical engineering, electronics and automation,
scientific specialty "Electrical Technologies"

Author of the dissertation: **M. Sc. Eng. Momchil Dimitrov Shopov**

Title of the dissertation: **"TECHNOLOGICAL PROCESSES AND APPARATUS FOR ELECTROSPINNING"**

Scientific supervisors: Prof. Eng. Dilyana Gospodinova, PhD
Assoc. Prof. Eng. Kostadin Milanov, PhD

Prepared the opinion: Assoc. Prof. Eng. Evgeniya Vasileva-Ilieva, PhD,
Department of Electrical Engineering, Automation and Information Technologies,
Faculty of Engineering and Pedagogy – Sliven, Technical University – Sofia

1. Relevance of the problem developed in the dissertation work in scientific and scientific-applied terms. Degree and levels of relevance of the problem and specific tasks developed in the dissertation

The relevance of the dissertation work is determined by the growing scientific and industrial interest in micro- and nanofibrous materials and the need to develop technological processes with a high degree of reproducibility, controllability and adaptability to specific functional requirements. In this context, the electrospinning process is established as a promising technology for obtaining ultrafine fibrous structures with applications in filtration systems, biomedical materials, electrical engineering, energy systems and functional coatings.

The scientific and applied significance of the problem under consideration is determined by the complex multifactorial nature of the electrospinning process, in which the formation and morphology of the fibers depend on the interaction between electrostatic forces, rheological properties of the solution, surface tension, system geometry and environmental conditions. Of particular importance is the stability of the process, associated with the formation of the Taylor cone and the development of the jet, which determine the quality and reproducibility of the resulting structures.

From an engineering point of view, the process is characterized by high sensitivity to technological parameters, which necessitates the use of systematic approaches for analysis, modeling and optimization in order to ensure stable operating modes and controllable fiber properties.

The relevance of the dissertation work is also enhanced by the possibilities for combining electrospinning with additional technological processes, including cold technological plasma treatment and the use of porous and textile collectors. The tasks set are relevant, logically consistent and correspond to modern trends in the development and application of electrospinning processes.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literature

The dissertation demonstrates a very good level of knowledge of the current state of the scientific problem under consideration. The doctoral candidate has conducted a systematic analysis of the literature sources related to the physical foundations of the electrospinning process, the influence of technological parameters and existing approaches to modeling and optimization. The literature review is not limited to presenting known results, but includes an analysis and summary of existing research, which demonstrates the ability to creatively interpret the literary material and good knowledge of the scientific field under consideration. This gives me reason to believe that the doctoral candidate has the necessary theoretical training and good knowledge of contemporary trends and problems in the field of electrospinning.

3. Compliance of the chosen research methodology and the set goal and objectives of the dissertation with the achieved contributions

The chosen research methodology corresponds to the set goals and objectives of the dissertation work and is suitable for solving the problem under consideration. The complex approach used, including experimental studies, design of experiments (DoE), statistical processing of the results, mathematical modeling and process analysis, allows for a reliable study of the influence of the main technological parameters on the electrospinning process. The application of this methodology creates the necessary prerequisites for achieving the set goal and has led to the formulation of the scientific and applied and applied contributions in the dissertation work.

4. Scientific and/or applied scientific contributions of the dissertation

The dissertation work is of a pronounced engineering-applied nature, therefore the main contributions are scientific-applied and applied, aimed at analysis, optimization and practical implementation of technological processes and apparatus for electrospinning.

I. Scientific and applied contributions

The scientific and applied contributions of the dissertation work are related to expanding and systematizing knowledge about the technological process of electrospinning and its application to solving specific engineering problems.

1. A methodology for research and analysis of the electrospinning process has been developed and tested, based on experimental design, statistical analysis and modeling, allowing for the assessment of the influence of technological parameters on the morphology of the resulting fibers.

2. An approach has been proposed and investigated for combining the electrospinning process with cold technological plasma at atmospheric pressure, as an additional technological stage for surface activation of the porous fibrous collector and improving the conditions for deposition of the fibrous structure.

3. The influence of the geometry and configuration of the porous fiber collectors on the distribution of the electric field and the morphology of the resulting fibers has been established, which allows for direct formation of functional fiber layers in a single technological operation.

4. Statistical regression models have been developed to predict the deposition process in electrospinning, describing the dependence between the input technological factors, such as applied voltage U_{es} and needle-collector distance H and the output parameters of the resulting fibrous structure - m_{mat} and area S_{mat} . The obtained dependences provide an analytical basis for the selection of electrospinning operating modes, as well as for subsequent optimization of the technological process.

II. Applied contributions

The applied contributions of the dissertation work are aimed at creating practically usable technological solutions and tools for engineering practice.

1. A software tool has been developed for analysis and optimization of the electrospinning process, supporting the selection of operating modes by using experimental data and models.

2. An approach for structuring and processing experimental data has been developed, suitable for multifactor analysis, modeling and integration with optimization algorithms.

3. An approach has been developed to obtain a nonwoven nanofibrous structure by electrospinning a two-component polymer solution PVA/aloe vera, in which the possibility of controlling the parameters of the structure by adjusting the input factors has been established: the applied voltage U_{es} and the electrical conductivity of the solution.

4. Practical guidelines for selecting operating modes for electrospinning PVA (10%) on a flat collector have been developed, based on regression relationships between the mass m_{mat} and the area

S_{mat} of the produced ultrafine fibrous structure, as functions of the applied voltage U_{es} and the distance between the needle-collector electrodes H , valid within the studied ranges of parameter variation.

5. Technological solutions for improving the electrospinning process are proposed, including the use of different collector configurations (including porous fiber collectors), integration of cold technological plasma at atmospheric pressure, and a concept for control and automation of the electrospinning process.

5. Assessment of dissertation publications

The presented publications on the dissertation are directly related to the topic of the research and reflect the main results and contributions achieved in the dissertation. A total of three publications for the period 2024–2025 are presented, indexed in SCOPUS, one of which is also indexed in Web of Science. One of the publications is independent, and the rest are co-authored. The publication activity can be assessed positively, since the results of the dissertation have received scientific publicity and have been presented to the scientific community. After a check in the relevant scientific databases, the presence of 2 (two) citations was also established, which can be considered as an indicator of interest in the published results and their scientific significance.

6. Opinions, recommendations and remarks

I have no significant critical remarks on the dissertation work. As a recommendation, it can be indicated in future research to expand the experimental base by including additional polymer systems and a more in-depth analysis of the possibilities for industrial application and scaling of the developed solutions.

7. Conclusion with a clear positive or negative evaluation of the dissertation

After reviewing the presented dissertation, the scientific and applied significance of the achieved results and the scientific and applied and applied contributions contained therein, I believe that the dissertation meets the requirements of the Act on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria and the Regulations on the Conditions and Procedure for Acquiring Scientific Degrees at the Technical University - Sofia. I give a positive assessment of the dissertation and propose to the esteemed Scientific Jury to award M. Sc. Eng. **Momchil Dimitrov Shopov** the educational and scientific degree "Doctor" in professional field 5.2 "Electrical Engineering, Electronics and Automation", scientific specialty "Electrical Technologies".

Sliven,

Member of the jury:

Date: 14.05.2026

/Assoc. Prof. Eng. Evgeniya Vasileva-Ilieva, PhD/